РЕФЕРАТ

Техника и технология добычи нефти

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Получение активного ила

1.2 Механизмы повышения нефтеотдачи при использовании активного ила

1.3 Эксперименты по изучению влияния биореагентов на основе активного ила

1.4 Фильтрационные характеристики при использовании активного ила

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время известно и внедряется большое число методов повышения нефтеотдачи пластов. Они различаются по методу воздействия на продуктивные пласты, характеру взаимодействия между нагнетаемым в пласт рабочим агентом и насыщающей пласт жидкостью, видом вводимой в пласт энергии. Все методы повышения нефтеотдачи можно разделить на гидродинамические, физико-химические и тепловые.

Успешность применения методов повышения нефтеотдачи в большой мере зависит от уровня геолого-промысловых исследований нефтепродуктивного пласта, состояния его разработки и свойств, насыщающих пласт нефти, газа и воды.

Исследования нефтепродуктивного пласта предполагают изучение особенностей его строения с позиции правильной оценки особенностей геометрии пласта с уточнением трассировки тектонических нарушений, линий выклинивания продуктивной части пласта, детальным расчленением объекта разработки на отдельные пласты и пропласты. Особое внимание следует уделять литологической характеристике пород, слагающих продуктивный пласт. Особенности литологии определяют структуру пористого пространства, что, в свою очередь, влияет на решение использовать тот или иной метод повышения нефтеотдачи. Для принятия решения использовать методы повышения нефтеотдачи очень важно изучение геологических характеристик слагающих пласт пород и насыщающих жидкостей, которые при реализации этих методов вступают во взаимодействие с нагнетаемыми в пласт жидкостями, а это может сопровождаться неблагоприятными для такого применения последствиями. Так, например, при наличии в продуктивном пласте монтмориллонитовых глин и закачке в них пресной воды, щелочи, растворов поверхностно-активных веществ может происходить набухание глин с потерей приемистости скважинами нагнетаемых жидкостей, что делает задачу повышения нефтеотдачи нереализуемой. Если в продуктивном пласте содержатся сильноминерализованные рассолы солей, то при взаимодействии их с закачиваемыми жидкостями возможно выпадение твердых кристаллов в осадок с закупоркой пор пласта.

Применению методов повышения нефтеотдачи должен пред- шествовать тщательный анализ состояния разработки объекта. Наряду с изучением особенностей динамики показателей эксплуатации залежи нефти, с исследованием характера проявления естественного режима и состояния обводненности пластов по площади и разрезу следует выявить характер залегания в пласте остаточных запасов нефти после первичной разработки залежи нефти.

Состояние остаточной нефтенасыщенности является определяющим для выбора метода повышения нефтеотдачи. Если остаточная нефтенасыщенность представлена в неохваченных заводнением линзах или пропластках, то хорошие результаты можно получить при использовании гидродинамических методов повышения нефтеотдачи (циклическое заводнение, метод перемены направления фильтрационных потоков, форсированный отбор жидкости). Если остаточная нефтенасыщенность представлена пленочной нефтью на поверхности породы, то предпочтительными методами повышения нефтеотдачи могут быть физико-химические (закачка ПАВ, мицеллярные растворы, закачка углекислоты и др.).

Особое значение при принятии решения о применении методов повышения нефтеотдачи приобретает углубленное изучение свойств пластовой нефти (вязкость, плотность, содержание фракций, выкипающих при разной температуре и др.) и их изменчивости в пределах залежи. Так, если пластовые нефти характеризуются высокой вязкостью, то разработку таких залежей предпочтительнее вести использованием тепловых методов.

При применении тепловых методов необходимо изучение теплофизических характеристик пород продуктивной части пласта и насыщающих пласт-коллектор жидкостей. Не менее важно изучение температурных условий в залежах нефти.

Работам по применению методов повышения нефтеотдачи пластов должны предшествовать комплексные исследования добывающих и нагнетательных скважин с определением коэффициентов продуктивности, приемистости, давления нагнетания, свойств нефти и газа, газового фактора, обводненности, забойных, пластовых давлений и температуры.

Тщательное, углубленное геолого-промысловое изучение объектов разработки перед применением методов повышения нефтеотдачи — залог успешной реализации поставленной задачи получения высокой нефтеотдачи пластов.

С развитием химической промышленности нашей страны появляется все больше и больше возможностей выделения для нефтедобывающей промышленности химических препаратов с целью использования их для повышения нефтеотдачи.

В предшествующих пятилетках подготовлены и в настоящее время успешно реализуются несколько проектов с использованием физико-химических методов повышения нефтеотдачи пластов – закачка водорастворимых полимеров, поверхностно-активных веществ, углеводородных газов высокого давления, закачка углекислого газа, щелочи, серной кислоты и др. В настоящее время для увеличения нефтеотдачи пластов применяется метод по закачке в пласт активного ила. Этот метод получил широкое применение на месторождениях Башкортостана.

1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Получение активного ила

В НИИнефтеотдача АН Республики Башкортостан разработан новый, перспективный базовый биореагент на основе отходов биологических очистных сооружений (БОС), так называемый избыточный активный ил (ИАИ). Активный ил формируется в процессе биохимической очистки сточных вод в азротенках, затем проходит через вторичные отстойники и избыток ила, который удаляется из системы очистки, используется в технологиях микробиологических методов увеличения нефтеотдачи (МУН). Избыточный активный ил легко образует водную суспензию, совместим с высокоминерализованными сточными водами и соответствует требованиям, предъявляемым к биореагентам, которые применяются для увеличения нефтеотдачи пластов.

В составе избыточного активного ила имеются различные классы органических и неорганических веществ, однако их недостаточно для поддержания активной жизнедеятельности микрофлоры ила в условиях пласта в течение длительного времени. Полученные результаты лабораторных и опытно-промысловых исследований позволили сделать вывод, что для интенсификации микробиологических МУН необходимо разработать на основе избыточного активного ила биореагенты с добавлением различных питательных и стимулирующих добавок. В качестве дополнительного питательного субстрата нами предлагаются культуральная жидкость Acinetobacter sр., отходы производства синтетического глицерина и некоторые полимеры. При добавлении их биохимическая активность избыточно активного ила повышается в несколько раз, газообразующая способность ила возрастает в 5-10 раз, интенсифицируются окислительно-восстановительные процессы с образованием и выделением различных промежуточных и конечных продуктов метаболизма. Разработанные биореагенты на основе отходов БОС могут использоваться не только для увеличения нефтеотдачи, но и для снижения обводненности скважин, в которых большинство других МУН неприменимо или экономически невыгодно.

1.2 Механизмы повышения нефтеотдачи при использовании активного ила

При использовании микробиологических методов дополнительное вытеснение нефти обусловливают те же механизмы, что и при применении физико-химических методов. Преимущество первых заключается в том, что во многих случаях факторы, способствующие нефтевытеснению. создаются непосредственно в пласте, что увеличивает эффективность метода.

Одним из элементов механизма нефтеотдачи при микробиологическом воздействии на пласт является первичное селективное закупоривание. Группа исследователей во главе с Р. Креппом в 80-х годах изучила селективное закупоривание пор и распространение потока флюидов в проточной системе, составленной из двух песчаников различной проницаемости, которые имеют капиллярный контакт. Рост количества бактерий изменял поток флюидов в образцах таким образом, что более 60% его шло через слой низкой проницаемости, причем величина потока флюидов, проходящего через слой низкой проницаемости, увеличилась в 3 раза. Было установлено, что микроорганизмы в основном закупоривали слой высокой проницаемости, при этом происходило вытеснение нефти. Полученный результат привел к созданию гипотезы селективного закупоривания бактериями и их метаболитами слоев высокой проницаемости и изменения в результате этого направления потока флюидов в пласте. Авторы работы в лабораторных экспериментах также установили, что фильтрация модели пластовой воды, содержащей микроорганизмы нефтепромысловых сред, приводит к значительному снижению проницаемости пористой среды.

Авторы данной статьи исследовали фильтрационные характеристики избыточного ила биологических очистных сооружений (БОС) с использованием нефтенасыщенной кварцево-песчанной насыпны модели пласта. Модель насыщали изовязкостной моделью нефти Арланского месторождения (плотность 0,875 г/см/, вязкость 22,0 мПа-с). Как показали полученные результаты, закачка ИАИ в модель пласта (0,5 поровых объемов) сопровождается резким перепадом давления (от 0,0141 до 1,58 МПа) и снижением проницаемости пористых сред (с 2,45 до 0,337 мкм"). Приведенные в таблице i данные гидродинамических исследований нагнетательных скважин методом кривых падения давления (КПД) в опытно-промысловых условиях также подтверждают селективное закупоривание наиболее проницаемых зон пластовой среды после биообработок.

Таким образом, результаты исследований однозначно подтверждают гипотезу селективного закупоривания микроорганизмами ИАИ и их метаболитами высокопроницаемых слоев и, очевидно, изменения в результате этого направления потока флюидов в пласте.

Следующим элементом механизма повышения нефтеотдачи при воздействии на пласт микроорганизмами ИАИ является, очевидно, загущение вытесняющей воды микроорганизмами и их метаболитами. Плазма бактериальной клетки обладает вязкостью, которая в 800 раз превышает вязкость воды и примерно равна вязкости глицерина. Иногда вязкость плазмы старых клеток может в 8000 раз превышать вязкость воды, что соответствует вязкости густого сахарного сиропа. Основная масса цитоплазмы - это жидкий золь, а периферическая часть клетки находится в состоянии геля. Таким образом, закаченные в пласт огромные количества микробных клеток (аэробы, анаэробы) способствуют загущению пластовой вытесняющей воды. Следовательно, механизм повышения нефтеотдачи с использованием микробиологической технологии будет таким, же, как и при полимерном заводнении. Необходимо учесть еще и то, что рекомендованный биореагент на основе ИАИ обладает «фактором сопротивления» (ФС), «остаточным фактором сопротивления» (ОФС), т.е. ведет себя как полимер (таблица 2).

Закачивание биореагента в пласт

Загущение вытесняющей воды

Селективное закупоривание высокопроницаемых прослоев

Аэробные микробиологические процессы

Парафин + 02 + NADH2 Алифатический cпирт+NAD+H20

Окислительная (микробиологическая; десорбция углеводородов нефти с породы с последующим окислением и образованием нефтевытесняющих агентов

Окислительно-восстановительные

процессы с микробиологическим

окислением компонентов нефти и нефти с

образованием нефтевытесняющих

агентов кислоты, спирты, биоПАВ,

Микроаэробный процесс - переходный этап от аэробных к анаэробным: нитратредукция

8(H)+H\*+N03 = NH\*4+OH"+2H2O

10(H)+2H\*+2NO"3\* N2+6H2O

Глубокие анаэробные процессы:

1) карбонатредукция 4Н2+СО2-\*СН4+2Н2О

2) сульфатредукция 8(H)+SO24 -»H2S+2H2O+2OH\*

Вторичное селективное и неселективное закупоривание (забивание пор пласта биообразованиями и FeS). Механизм повышения нефтеотдачи при микробиологическом воздействии.

1.3 Эксперименты по изучению влияния биореагентов на основе активного ила

Были выполнены серии экспериментов по изучению влияния биореагентов на основе избыточного активного аила на реологические свойства пленочной нефти и фильтрационные характеристики насыпной модели пласта. Объектом исследования служили растворы биореагентов и нефти опытного участка Ромашкинского месторождения. В качестве образцов биореагентов использовались избыточный активный ил, а также избыточный активный ил с питательными добавками и полимерным флокулянтом ВПК-402 (ИАИП-1) (1). Краткая характеристика физико-химических свойств нефти и опытного участка приведена ниже:

- плотность нефти при температуре 20 С - 857 кг/м;

- вязкость нефти в пластовых условиях - 4.5 мПас:

- вязкость нефти в поверхностных условиях -19.3 мПас

- проницаемость низкопродуктивного коллектора - 0,066 мкм; продуктивного - 0.204 мкм; высокопродуктивного - 0.650 мкм:

- пластовая температура - 40 C

- пластовое давление 175 МПа.

Методика эксперимента состояла в следующем. Эмульсия нефти и избыточного активного ила (в соотношении 30:70 объемных частей) перемешивалась в течение 24 ч. отстаивалась и из углеводородной части отбиралась проба. Проба помещалась в рабочий узел установки - узкий зазор фиксированной величины. Измерительная ячейка установки представляет собой плоский капилляр из двух кварцевых пластин, закрепленных на упругом пружинном подвесе и размещенных в кювете с исследуемой жидкостью. Механическая подвеска обеспечивает параллельность крепления кварцевых пластин и возможность изменения зазора между ними в интервале 0.3 - 30 мкм, а также перемещение исследуемой жидкости по схеме простого сдвига с заданной скоростью. В дальнейшем периодически измерялись резонансные параметры установки, определяемые физическими свойствами изучаемой жидкости на контакте с кварцевыми пластинами. Исследовались кинетика структурообразования образца жидкости, ее установившиеся структурно-механические свойства, как при фиксированной скорости сдвига, так и в широком интервале ее изменения, охватывающем значения скорости сдвига в удаленных и призабойной зонах пласта. Размер узкого зазора соответствовал средним радиусам поровых каналов низкопродуктивной, продуктивной и высокопродуктивной зон опытного участка. Соотношение компонентов в растворе, размер узкого зазора, температура и скорость сдвига выбирались на основе моделирования пластовых условий.

На первом этапе изучения влияния реагентов на реологические свойства нефти исследовалась исходная проба дегазированной нефти в разных по размеру узких зазорах (рис. 1). Видно, что процесс формирования надмолекулярной структуры нефти в пристенной области занимает до 20 ч и существенно зависит от размера узкого зазора. Уменьшение размера последнего – увеличение градиента поверхностных сил ускоряет процесс структурообразования, приводя к формированию надмолекулярной структуры с более развитыми структурно-механическими свойствами. Например относительная вязкость по сравнению с объемной в зазоре размером 1.5 мкм возрастает в 4,4 раза при скорости сдвига 20 с-1 (рис. 2). Рис. 2 иллюстрирует влияние твердого тела и внешних условий – скорости деформации на вязкие свойства пленочной нефти. Видно, что молекулярно –поверхностное взаимодействие нефти с породой изменяет консистенцию нефти и в сравнительно крупных порах (размером примерно 2.4 мкм), отвечающих высокопродуктивной части пласта. Кроме того, граничный слой, определяемый по изменению локальных свойств жидкости относительно объемных, зависит от условий деформации жидкости.

Присутствие биореагентов количественно и качественно меняет процесс формирования надмолекулярной структуры нефти (рис. 3). На первом этапе контакта растворов с твердым телом вязкость жидкости снижается в 2 раза с последующим возрастанием до объемного значения в течение двух первых суток. С учетом того, что растворы готовились непосредственно перед опытами уменьшение вязкости может быть обусловлено наличием водной фазы и биоПАВ, содержавшихся в исходной пробе ила. Аналогичный эффект, наблюдаемый нами при введении в нефть ПАВ искусственного происхождения [2.3], связан с экранированием поля твердой фазы более поверхностно-активными молекулами реагента. Подобное, но вызванное увеличением размеров узкого зазора, описано нами выше (см. рис. 1); по мере возрастания размера узкого зазора уменьшается скорость структурообразования.

Сравниваемые биореагенты по-разному действуют на пленочную нефть: наличие избыточного активного ила уменьшает скорость формирования надмолекулярной структуры нефти, наличие ИАИП-1 стабилизирует и несколько снижает вязкость в течение первых суток контакта. Отмеченное явление, по-видимому, связано с более активной жизнедеятельностью микроорганизмов и соответствующим выделением биоПАВ в растворе ила с питательными добавками. В пластовых условиях это может способствовать более интенсивному доотмыву пленочной нефти из-за конкурирующей адсорбции биоПАВ и структурообразующих компонентов нефти.

На втором этапе (после 30 – 50 ч контакта) увеличение угла наклона кинетических кривых указывает на интенсивный рост биомассы, приводящий к кратному повышению вязкости исследуемой жидкости. Для растворов с ИАИ и ИАИП-1 такое возрастание составляет соответственно 2.1 и 5.1 раза.

На третьей стадии контактного взаимодействия через 3 – 4 сут. заменяются описанные процессы и стабилизируются структурно-механические свойства жидкости.

Важно подчеркнуть, что полученные нами данные согласуются с результатами других наблюдений (Б.И. Султанов, 1960 г.) десорбции углеводородов на насыпной модели в проточных условиях. В сравниваемых условиях возрастают биомасса и объем десорбированных углеводородов из керосиновой фракции при использовании избыточно активного ила в течение 4-5 сут. Различие в кинетике при большом времени наблюдения связано с постановкой опытов; в нашем случае жизнедеятельность микроорганизмов осуществлялась в замкнутом объеме – узком зазоре в работе Б.И. Султанова – в проточных условиях.

Контактное взаимодействие нефти и ее растворов с твердым телом приводит не только к росту вязкости, но и появлению упругих свойств, которые в свободном объеме у низкомолекулярных жидкостей не обнаруживаются (рис. 3). Наличие таких свойств свидетельствует об усилении неньютоновских свойств жидкости. Так. в присутствии биореагентов упругие свойства растворов через 2 сут. контакта усиливаются по сравнению с аналогичными свойствами исходной нефти. Кроме того, биореагент ИАИП-1 придает обработанной пленочной нефти твердообразные свойства характерные в свободном объеме для высоконцентрированных наполненных полимерных систем (В.Т. Виноградов, А.Я. Малкин, 1977 г.) и в узком зазоре для разбавленных полимеров, в том числе ПК-402 [3]. На это указывает наличие участка кривой течения с отрицательным углом наклона. Отмечаются также разрыв сплошности жидкости и дальнейшее ее течение с практически исходной вязкостью, как перепад давления в основном прикладывается к входу капилляра, а жидкость движется в нем под действием меньших давлений. Действительно, наклон линейных участков кривой течения до и после разрыва сплошности практически не меняется. Из этого следует, что даже при текущих напряжениях сдвига или градиентах давления, на 1 – 2 порядка превышающих начальные значения, обработанная биореагентом ИАИП-1 нефть будет оказывать практически то же гидродинамическое сопротивление.

Таким образом, исследованные биореагенты обладают нефтеотмывающими и загущающими свойствами. Моющие свойства обусловлены действием биоПАВ, содержащихся в иле и образующихся в результате контакта с пленочной нефтью.

Загущение последней связано с увеличением биомассы в порах. В стационарных условиях – замкнутом поровом объеме моющее действие биореагентов проявляется в течение первых 2 сут. В стационарных условиях в течение последующих 3 – 4 сут. вязкость в порах кратно увеличивается для избыточно активного ила в 2.1 раза, для ИАИП-1 – в 5.1 раза. Рост биомассы усиливает неньютоновские свойства поровой жидкости, обусловливает появление начального напряжения сдвига – градиента давления, сопоставимого с пластовым. По всем сравниваемым параметрам воздействия на пленочную нефть биореагент ИАИП-1 превосходит ИАИ и может быть рекомендован в качестве реагента потокоотклоняющих технологий воздействия на нефтяные пласты. Зависимость вязкости нефти от времени выдержки в узком зазоре размером 1.5 (1), 3,2 (2) и 20мкм (3). Зависимость относительной вязкости нефти от размера узкого зазора при скорости сдвига 6 (1), 20 (2) и 50 с. Зависимость вязкости нефти (1) и ее проб после контакта с ИАИ (2) т ИАИП-1 (3) в узком зазоре от времени выдержки.

1.4 Фильтрационные характеристики при использовании активного ила

Для изучения изменения фильтрационных характеристик использовались избыточный активный ил биоочистных сооружений с питательными добавками (150 мг/л ИАИ с 100 % ным ВПК-402) и нефтенасыщенная кварцево-песчаная насыпная модель пласта. Модель насыщали изовязкостной моделью нефти Арланского месторождения (плотностью 875 кг/м вязкостью 22 мПас, с содержанием очищенного керосина 17,6 %). Затем нефть вытесняли из модели пласта минерализованной водой плотностью 1120 кг/м до полной обводненности продукции на выходе из модели и стабилизации перепада давления. После этого в модель закачивались композиция активного ила (0.5 поровых объемов) и пресная вода для создания оторочек последней размером по 0,2 поровых объема. Модель термостатировалась при температуре 25 С в течение 18 сут. затем в нее опять закачивалась минерализованная вода.

Действие суспензии активного ила или состава оценивали по изменению фильтрационного сопротивления модели пласта по формуле где R сопр – фактор сопротивления; dp , Q - текущие соответственно перепад давления и скорость фильтрации: dp - перепад давления при первоначальной фильтрации воды; Q - средняя скорость фильтрации. При установившейся фильтрации где R – остаточный фактор сопротивления; k , k , проницаемость кернов для воды соответственно до и после воздействия. Результаты эксперимента представлены на рис. 4. Закачка состава в модель пласта сопровождается резким ростом перепада давления и снижением проницаемости пористых сред. Результаты закачки показывают, что остаточный фактор сопротивления составляет в среднем 19.7 (максимальное значение 95.2). Коэффициент вытеснения нефти возрастает незначительно (на 1.7 %), что обусловлено по-видимому, использованием изовязкостной модели нефти (смесь нефти с керосином). Применение разработанного микробиологического метода будет эффективно изменять фильтрационные свойства пластов, увеличивая их нефтеотдачу в результате повышения коэффициента охвата и вовлечения в разработку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая и анализируя приведенные в литературных источниках данные можно предположить, что основные микробиологические процессы, характерные только для микроорганизмов, проходят в два этапа.

Первый и главный этап включает окислительно-восстановительные процессы, связанные с микробиологическим окислением нефти, а также окислительную десорбцию углеводородов нефти с твердой поверхности, т.е. с породы. На этом этапе активируется окисление нефтяных органических соединений (аэробные процессы), которое ведет к формированию таких нефтевытесняющих агентов, как органические кислоты, спирты, ПАВ, полисахариды и угольная кислота. По мнению авторов работы, кислород, растворенный в закачиваемых водах, довольно быстро потребляется в призобойной зоне, после чего окислительно-восстановительный потенциал вод резко снижается.

Второй этап включает микроаэробные и в основном анаэробные процессы. На этом этапе генерируются газы, в том числе метан, карбоновые кислоты. Резкое падение окислительно-восстановительного потенциала и повышение содержания растворимых в воде органических соединений также характеризуют активацию анаэробных процессов. В частности метагенеза. Активация бактериального метаногенеза с образованием дополнительного количества метана способствует увеличению подвижности нефти за счет его растворения и, следовательно, нефтеизвлечению. При отсутствии кислорода нитрат служит конечным акцептором водорода и нитратредукция является одним из способов обмена веществ у микроорганизмов в анаэробных условиях.

На втором этапе при микробиологическом воздействии, очевидно, за счет образовавшихся на первом этапе окисленных нефтяных органических соединений (кислоты, спирты, ПАВ, полисахариды и угольная кислота) протекают такие глубокие анаэробные процессы, как сульфатредукция и метанообразование или метаногенез.

Таким образоманаэробный этап завершается образованием серной кислоты при одновременном формировании биообразовании (специфика микроаргонизмов). Результатом является вторичное селективное и неселективное закупоривание (забивание пор пласта биообразованиями). Это подтверждается тем, что после микробиологических обработок через 1-3 месяца наблюдается повышение нефтеотдачи, затем через6-18 месяцев эффективность данных обработок на многих месторождениях снижается.

Технология с использованием ИАИП-1 прошла опытно-промышленные испытания на Таймурзинском и Арланском месторождениях Башкортостана. Москудьинском месторождении Пермской области, Ромашкинском, Ново-Елховском, Бавлинском месторождениях Татарстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухаленко Е.И., Абдуллаев Ю.Г. Монтаж, обслуживание и ремонт нефтепромыслового оборудования. - М., 1974.
2. Григорян А.Г. Прострелочные и взрывные работы в скважинах. - М., 1980.
3. Ибрагимов Г.З., Артемьев В.Н., Иванов А.И., Кононов В.М. Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа. - М., 2005.
4. Казак А.С. Новое в развитии техники и технологии механизированных способов добычи нефти. - М., 1974.
5. Справочная книга по добыче нефти. Под ред. проф. Ш.К. Гиматудинова. - М., 1974.
6. Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта. - М., 1965.
7. Шуров В.И. Технология и техника добычи нефти. М., - 1983.